

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 7 : G01G 19/12, F16H 59/52</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/11439</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. März 2000 (02.03.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05924</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 12. August 1999 (12.08.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 37 380.5 18. August 1998 (18.08.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; D-88038 Friedrichshafen (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WOLF, Andreas [DE/DE]; Hugo-Hermann-Strasse 20, D-86213 Ravensburg (DE). WINKEL, Matthias [DE/DE]; Henschelweg 13, D-88250 Wingarten (DE). RÜCHARDT, Christoph [DE/DE]; Wolfgangswieher 22, D-88239 Wangen i. Allgäu (DE). WENGERT, Bertram [DE/DE]; Tulpenweg 4, D-88677 Markdorf (DE). MÜLLER, Jürgen [DE/DE]; Waldstrasse 12, D-88045 Friedrichshafen (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG; D-88038 Friedrichshafen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE MASS OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG DER MASSE EINES FAHRZEUGES

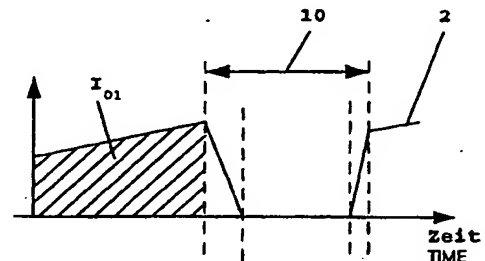
(57) Abstract

The invention relates to a method for determining the mass of a vehicle comprising at least two temporally staggered measurements (6, 8) within a measuring time period with which at least one tractive force quantity (2) and at least one movement quantity (4) of the vehicle is respectively determined. One (8) of both measurements is carried out during a non-traction force phase, and the other measurement (6) is carried out during a tractive force phase. According to the invention, both measurements respectively comprise a data acquisition time period (6, 8) whose duration is longer than a minimum duration. In addition, the tractive force corresponds to the time integral of the tractive force quantity, and the movement quantity corresponds to the change in speed of the vehicle.

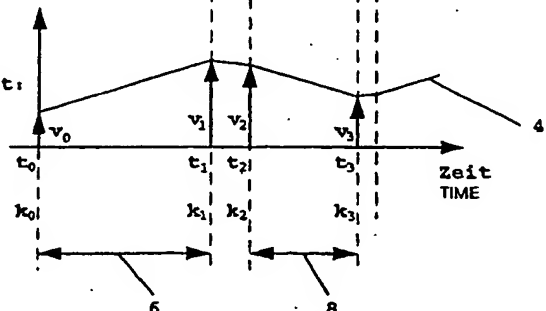
(57) Zusammenfassung

Das Verfahren zur Ermittlung der Masse eines Fahrzeugs umfaßt mindestens zwei zeitlich versetzte Messungen (6, 8) innerhalb eines Meßzeitraums, durch die jeweils mindestens eine Zugkraft-Größe (2) und mindestens eine Bewegungs-Größe (4) des Fahrzeugs ermittelt wird, wobei eine der beiden Messungen (8) während einer zugkraftfreien und die andere der beiden Messungen (6) während einer Zugkraft-Phase erfolgt. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß die beiden Messungen jeweils einen Datenerfassungszeitraum (6, 8) umfassen, deren Dauer größer als eine Mindestdauer ist, daß die Zugkraft-Größe dem zeitlichen Integral der Zugkraft und die Bewegungs-Größe der Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs entspricht.

TRACTIVE FORCE:  
Zugkraft:  
 $F_{zug}$  [N]



VEHICLE SPEED:  
Fahrzeug-  
geschwindigkeit:  
 $v$  [m/s]



27331377890

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren und Einrichtung  
zur Ermittlung der Masse eines Fahrzeuges

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Masse eines von mindestens einem Antriebsmotor angetriebenen Fahrzeug.

10 Aus der EP 0 666 435 A2 ist ein derartiges Verfahren bekannt, welches zwei zeitlich versetzte Messungen der vom Antriebsmotor erzeugten Zugkraft und die daraus resultierende Beschleunigung umfaßt. Es wird davon ausgegangen, daß der unbekannte Fahrwiderstand bei zwei aufeinanderfolgenden Messungen im wesentlichen für beide Messungen gleich ist,  
15 so daß diese unbekannten Größen herausgekürzt werden können. Bei diesem bekannten Verfahren werden sowohl während einer Zugkraft-Phase als auch während einer zugkraftfreien Phase, während der eine Kupplung zum Zweck einer Gangschaltung eines Stufenwechselgetriebes geöffnet ist, jeweils ein  
20 Wert eines Raddrehmoments sowie ein Wert einer Fahrzeugbeschleunigung ermittelt, woraus die aktuelle Masse des Fahrzeuges berechenbar ist. Ein derartiges Verfahren kann vorteilhaft bei Fahrzeugen mit automatisierten Getrieben innerhalb einer Fahrstrategie verwendet werden, um beispielsweise bereits vor einer Schaltung errechnen zu können, ob  
25 die Zugkraft im neuen Gang noch ausreichend wäre, wobei der Beladungszustand und damit die Fahrzeugmasse entscheidenden Einfluß hat. Für derartige Anwendungen ist eine hohe Genauigkeit des Verfahrens notwendig.

30

Vorteilhaft bei diesem bekannten Verfahren ist, daß das Verfahren für den Fahrer nicht spürbar selbsttätig im Hintergrund ablaufen kann. Es werden die während eines

Gangwechsels eines Stufenwechselgetriebes ohnehin erzeugten Zustände, zugkräftfreie Phase und Zugkraft-Phase, als definierte Randbedingungen für die Messungen ausgenutzt. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß die zur Berechnung herangezogenen Werte der Raddrehmomente bzw. der Beschleunigungen meßtechnisch bestimmten Streuungen unterliegen und daher zu ungenauen Ergebnissen führen.

Das in der WO 93/18375 beschriebene Verfahren beruht ebenfalls auf dem Prinzip zweier zeitlich versetzter Messungen von Zugkraft und Bewegungsgrößen. Um Gravitationseinflüsse herauszurechnen, wird vorgeschlagen, daß ein Fahrer zur Durchführung der Messung zweimal die identische Strecke mit unterschiedlicher Zugkraft-Vorgabe durchfährt. Dies ist aufgrund praktischer Probleme in einem realen Fahrzeugeinsatz im Straßenverkehr nur schwer durchführbar. Alternativ wird vorgeschlagen, daß eine Strecke mit genau bekanntem Streckenprofil durchfahren wird. Auch dies ist problematisch, da nicht jedem Fahrzeugführer eine solche Strecke zur Verfügung steht und der Aufwand für eine solche Messung für praktische Anwendungen nicht akzeptabel ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein gattungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung der Masse eines Fahrzeugs zu entwickeln, das ohne Aufwand für den Fahrer selbsttätig, für den Fahrer nicht spürbar, abläuft und dabei eine höhere Genauigkeit erzielt als ein bekanntes Verfahren. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen eines der unabhängigen Ansprüche 1 oder 2 gelöst.

Das Verfahren nach Anspruch 1 eignet sich insbesondere für automatisierte Getriebe, bei denen die Zugkraft während einer Gangschaltung unterbrochen ist.

In den beiden Datenerfassungszeiträumen, deren Dauer unterschiedlich sein kann, jedoch jeweils größer ist als eine bestimmte Mindestdauer, und von denen der eine innerhalb der zugkraftfreien Phase während einer Schaltung liegt und der andere während einer Zugkraft-Phase vor oder nach der Schaltung, lassen sich die Werte der Zugkraft-Größe und der Bewegungs-Größe mit sehr hoher Genauigkeit ermitteln, woraus insgesamt eine hohe Genauigkeit des Verfahrens resultiert.

Dem Verfahren gemäß Anspruch 1 liegt folgende Gleichung zugrunde:

$$M_{Fzg} = \frac{\int_{t_0}^{t_1} F_{Zug} dt - M_{Gang} (v_1 - v_0)}{(v_1 - v_0 - v_3 + v_2)}$$

Darin sind:

- $M_{Fzg}$  die zu ermittelnde Fahrzeugmasse in kg,
- $F_{Zug}$  die Zugkraft bzw. das zum Rad gerechnete Motormoment in N,
- $M_{gang}$  eine Korrekturgröße, die der Summe der Massenträgheitsmomente von Motor, Kupplung und Stufenwechselgetriebe, reduziert auf die translatorische Bewegung, des Fahrzeug entspricht in kg,
- $t_0, t_1$  Anfangs- und Endzeitpunkt der Zugkraft-Phase,

$v_0, v_1$  die Geschwindigkeiten des Fahrzeugs zu Beginn  
und am Ende der Zugkraft-Phase in m/s,  
 $v_2, v_3$  die Geschwindigkeiten zu Beginn und am Ende der  
zugkraftfreien Phase in m/s.

5

Das Integral über die Zugkraft von  $t_2$  nach  $t_3$  taucht  
in dieser Gleichung nicht auf, da  $F_{\text{Zug}}$  während der zug-  
kraftfreien Phase Null ist.

10

Es hat sich gezeigt, daß die Ergebnisse durch den Kor-  
rekturfaktor  $M_{\text{Gang}}$  wesentlich verbessert werden konnten, da  
die antriebsseitigen Massenträgsmomente, insbesondere in  
den kleinen Gangstufen, einen erheblichen Einfluß haben.  
Eine Form dieser Gleichung, die für eine Programmierung in  
15 einer elektronischen Getriebesteuerung geeignet ist und in  
der das in der Gleichung enthaltene Integral durch ein  
zeitdiskretes Näherungsverfahren ersetzt ist, ist durch  
folgende Gleichung gegeben:

$$ms\_fzg\_akt = \frac{I_{01} - ms\_fzg\_korr \cdot (v\_fzg\_filt(k_1) - v\_fzg\_filt(k_0))}{(v\_fzg\_filt(k_1) - v\_fzg\_filt(k_0) - k\_t0123 \cdot (v\_fzg\_filt(k_3) - v\_fzg\_filt(k_2)))}$$

$$I_{01} = \#t\_abt \cdot \#k\_korr\_ms \cdot \sum_{k_0+1}^{k_1} (f\_zs(k))$$

Darin sind:

$ms\_fzg\_akt$	Aktuell berechnete Fahrzeugmasse
$f\_zs(k)$	Zug-/Schubkraft am Rad zum Zeitschritt $k$
$ms\_fzg\_korr$	Gangabhängige Korrekturmasse (siehe 2.1.6)
$k\_t0123$	Verhältnissfaktor der Zeithorizonte

$k_0$	Zeitschritt zu Beginn des Zeitfensters ( $t_0 - t_1$ ) der Zugkraftphase
$k_1$	Letzter Zeitschritt des Zeitfensters ( $t_0 - t_1$ ) der Zugkraftphase
$k_2$	Zeitschritt zu Beginn des Zeitfensters ( $t_2 - t_3$ ) der Zugkraftphase
$k_3$	Letzter Zeitschritt des Zeitfensters ( $t_2 - t_3$ ) der Zugkraftphase
$v_{fzg\_filt}(k)$	Gefilterte Fahrzeuggeschwindigkeit zum Zeitschritt $k$
$\#t\_abt$	Abtastschrittweite (Parameter)
$\#k\_korr\_ms$	Korrekturfaktor zur Nachkorrektur des Motor- bzw. Antriebsstrangwirkungsgrads
$I_{01}$	Numerisch berechnetes Integral der Zugkraft im Zeitraum ( $t_0 - t_1$ ).

Es hat sich gezeigt, daß das Integral über die Zugkraft während der Zugkraft-Phase (siehe erste Gleichung) mit hoher Genauigkeit durch das zeitdiskrete Verfahren angenähert werden kann. Die Ermittlung der Geschwindigkeiten zu Beginn und am Ende der Datenerfassungszeiträume ist ebenfalls gut beherrschbar, so daß eine sehr hohe Genauigkeit erzielbar ist.

Das Verfahren gemäß dem unabhängigen Anspruch 2 eignet sich insbesondere für unter Last schaltbare Getriebe. Bei diesen Getrieben ist die Gangzahl üblicherweise geringer, woraus folgt, daß die Stufensprünge bei aufeinanderfolgenden Gängen größer sind.

Unmittelbar vor einer Schaltung ist die Zugkraft also in vielen Fällen deutlich von der Zugkraft unmittelbar nach der Schaltung verschieden. Das Verfahren nach Anspruch 2

nutzt diese kurz aufeinanderfolgenden Zugkraft-Zustände, indem der erste Datenerfassungszeitraum unmittelbar vor einer Gangschaltung liegt, und der zweite Datenerfassungszeitraum unmittelbar nach der Gangschaltung. Der Beginn des ersten Datenerfassungszeitraums kann hierbei beispielsweise durch einen Schaltbefehl ausgelöst werden. Die üblicherweise zwischen Schaltbefehl und Ablauf der Schaltung zum Befüllen der zuschaltenden Kupplungen benötigte Zeit kann somit für die erste Messung genutzt werden.

Zur Berechnung der Fahrzeugmasse mit dem Verfahren gemäß Anspruch 2 dient die folgende Gleichung:

$$M_{Fzg} = \frac{\int_{t_0}^{t_1} F_{Zug} dt - \int_{t_2}^{t_3} F_{Zug} dt - M_{Gang,t01} (v_1 - v_0) + M_{Gang,t23} (v_3 - v_2)}{(v_1 - v_0 - v_3 + v_2)}$$

Darin sind:

$M_{Fzg}$  die zu ermittelnde Fahrzeugmasse in kg,

$F_{Zug}$  die Zugkraft bzw. das zum Rad gerechnete

Motormoment in N,

$M_{gang,t01}$  Korrekturgröße für den im ersten Datenerfassungszeitraum eingelegten Gang, die der Summe der Massenträgheitsmomente von Motor, Kupplung und Stufenwechselgetriebe, reduziert auf die translatorische Bewegung, des Fahrzeugs entspricht in kg,

$M_{gang,t23}$  Korrekturgröße für den im zweiten Datenerfassungszeitraum eingelegten Gang, die der Summe der Massenträgheitsmomente von Motor, Kupplung und Stufenwechselgetriebe, reduziert auf die translatorische Bewegung, des Fahrzeug entspricht in kg,



$t_0, t_1$  Anfangs- und Endzeitpunkt der Zugkraft-Phase,  
 $v_0, v_1$  die Geschwindigkeiten des Fahrzeugs zu Beginn und  
am Ende der Zugkraft-Phase in m/s,  
 $v_2, v_3$  die Geschwindigkeiten zu Beginn und am Ende der  
5 zugkraftfreien Phase in m/s.

Das Integral über die Zugkraft von  $t_2$  nach  $t_3$  ist in  
dieser Gleichung berücksichtigt, da während der beiden Da-  
tenerfassungszeiträume eine Zugkraft anliegt. Die Umsetzung  
10 in ein zeitdiskretes Näherungsverfahren kann entsprechend,  
wie beim Verfahren gemäß Anspruch 1, erfolgen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sowie vorteilhafte  
Ausgestaltungen werden anhand der beiliegenden Zeichnungen  
15 erläutert, wobei

Fig. 1 einen zeitlichen Ablauf der Datenerfassungs-  
zeiträume eines erfindungsgemäßen Verfahrens  
und

20 Fig. 2 schematisch die Ein-, Ausgangsgrößen und  
Parameter des der Erfindung zugrunde liegen-  
den Algorithmus zur Massenberechnung

25 zeigen.

In Fig. 1 ist mit 2 der Graph der Zugkraft und mit 4  
der Graph der Fahrzeuggeschwindigkeit innerhalb eines Meß-  
zeitraums, der durch die Anfangszeit  $t_0$  und die Endzeit  $t_3$   
30 begrenzt ist, dargestellt. Innerhalb dieses Meßzeitraums  
folgen ein erster Datenerfassungszeitraum 6 während einer  
Zugkraft-Phase und ein zweiter Datenerfassungszeitraum 8

während einer zugkraftfreien Phase, zeitlich versetzt, aufeinander. Die Zeitpunkte  $t_0$  und  $t_1$  markieren den Beginn und das Ende des ersten Datenerfassungszeitraums. Die Zeitpunkte  $t_2$  und  $t_3$  markieren den Beginn und das Ende des zweiten  
5 Datenerfassungszeitraums. Während des ersten Datenerfassungszeitraums wird vom Antriebsmotor eine Zugkraft auf die Antriebsräder übertragen, was eine Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs von  $v_0$  nach  $v_1$  zur Folge hat. Die Fläche  $I_{01}$  entspricht dem zeitlichen Integral der Zugkraft während des  
10 ersten Datenerfassungszeitraums 6. Mit dem Beginn der Schaltungsphase 10 endet der erste Datenerfassungszeitraum zum Zeitpunkt  $t_1$ . Nachdem die Kupplung während des Zeitintervalls  $t_1$  nach  $t_2$  zum Zweck einer Gang-Schaltung des Stufenwechselgetriebes geöffnet wurde, beginnt zum Zeitpunkt  $t_2$  der zweite Datenerfassungszeitraum 8, in dem keine  
15 Zugkraft vom Antriebsmotor auf die Antriebsräder übertragen wird. Unter der Wirkung des Fahrwiderstands, der den Roll-, Luft- und Steigungswiderstand enthält, erfährt das Fahrzeug eine Geschwindigkeitsänderung, von  $v_2$  nach  $v_3$ . Zum Zeitpunkt  $t_3$  wird die Kupplung wieder geschlossen, so daß im  
20 neuen Gang wieder eine Zugkraft übertragen wird. Zur grundsätzlichen Durchführung des Verfahrens ist es nicht erforderlich, daß tatsächlich ein Gangwechsel stattfindet. Es ist jedoch vorteilhaft, wenn die zugkraftfreie Phase, die während eines Gangwechsels anliegt, im Verfahren genutzt  
25 wird. Auf diese Weise bleibt das Verfahren für den Fahrer nicht spürbar und kann im Hintergrund ablaufen. Die Dauer der Datenerfassungszeiträume 6, 8 ist größer als eine Mindestdauer, um eine ausreichende Mittelung bei der Integralbildung der Zugkraft zu erreichen, und um eine auswertbare  
30 Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs sicherzustellen.

Wenn, wie in Fig. 1 dargestellt, die Zugkraft-Phase 6 vor der zugkraftfreien Phase 8 liegt, wird die Messung während der Zugkraft-Phase nicht durch Störungen im Antriebsstrang, wie z. B. Schwingungen, die vom Schaltvorgang her-  
rühren, beeinträchtigt. Es ist in diesem Fall nicht erforderlich, ein Abklingen dieser Störungen abzuwarten, wodurch der Abstand der beiden Datenerfassungszeiträume vergrößert würde. Die beiden Datenerfassungszeiträume können so zeitlich sehr dicht beeinanderliegen. Der gesamte Meßzeitraum bleibt kurz, so daß sich auch die Umgebungsbedingungen, wie z. B. Fahrbahnsteigung, nur wenig ändern können.

In Fig. 2 sind die Ein-, Ausgangsgrößen und Parameter dargestellt, die im erfindungsgemäßen Verfahren und in dessen weiteren Ausgestaltungen verwendet werden. Die wesentliche Ausgangsgröße des Algorithmus ist die berechnete Fahrzeugmasse  $ms_{fzg}$ . Die Größe  $f_{zs}$  steht für die aktuelle Zugkraft. Diese kann beispielsweise aus einem von einer Motorelektronik bereitgestellten Motormomenten-Signal und der bekannten Übersetzung zwischen Motor und Fahrzeugrad ermittelt werden. Die Größe  $v_{fzg\_filt}$  steht für die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit, die in vorteilhafter Weise mit einem Raddrehzahlsensor eines nicht angetriebenen Rades des Fahrzeugs ermittelt wird, um Einflüsse von Antriebsstrangschwingungen und/oder Radschlupf zu minimieren.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß ein Fahrstreckenparameter, wie z. B. Steigung, sich innerhalb einer begrenzten Wegstrecke nur begrenzt ändern kann, ist es vorteilhaft, wenn das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die während einer Zeitdauer zwischen dem Beginn des ersten und dem Beginn des zweiten Datenerfassungszeit-

raums zurückgelegte Wegstrecke den Wert  $\#delta\_s\_max$  nicht übersteigt.

5 Die Größe  $ms\_fzg\_korr$  entspricht der gangabhängigen Korrekturgröße für die Berücksichtigung der Massenträgheitsmomente von Motor, Kupplung und Stufenwechselgetriebe. Die Werte dieser Größe können gangabhängig in einem Kennli-

nienspeicher der elektronischen Getriebesteuerung abgelegt sein.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Massenberechnung nach Einschalten der Zündung des Fahrzeugs, oder wenn eine vorgebbare Stillstands-

15 zeit  $\#t\_ms$  stehen abgelaufen ist, initialisiert, da vor diesen Ereignissen eine Beladungszustandsänderung des Fahrzeugs erfolgt sein kann. Hierbei wird ein Startwert für den Massenberechnungsalgorithmus  $\#ms\_fzg\_ini$  gesetzt.

20 Die Genauigkeit des Verfahrens kann dadurch weiter erhöht werden, daß das Verfahren während eines Fahrzyklus mehrmals durchlaufen wird, wobei jeweils ein Einzelwert für die Fahrzeugmasse ermittelt wird, aus denen anschließend ein Mittelwert gebildet wird. Für die Einzelwerte ist ein Speicher in der elektronischen Steuerung vorgesehen.

25 In einer möglichen weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Anzahl der nach einer Initialisierung ermittelten Einzelwerte durch eine vorgebbare maximale Anzahl  $\#az\_ms\_stop$  begrenzt wird, und daß im Falle einer Begrenzung der letzte berechnete Mittelwert der Fahrzeugmasse

30 gültig bleibt. Dadurch kann die elektronische Getriebesteuerung, nachdem ein hinreichend genaues Ergebnis der

Massenberechnung vorliegt, von der fortlaufenden, weiteren Durchführung des Verfahrens entlastet werden.

Um die Auswirkungen von einzelnen Fehlmessungen zu begrenzen, ist in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ein zulässiger Wertebereich für die ermittelten Einzelwerte durch eine minimale Plausibilitäts-  
grenze #ms\_fzg\_min und eine maximale Plausibilitäts-  
grenze #ms\_fzg\_max vorgebbar.

Die Genauigkeit einer Einzelmessung ist um so größer, je größer die Zugkraft während der Zugkraft-Phase ist. Es ist daher vorteilhaft, wenn das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die während der Zugkraft-Phase im  
Stufenwechselgetriebe eingelegte Gangstufe z\_ISTGANG ein  
größeres Übersetzungsverhältnis zwischen Getriebeeingang  
und Getriebeausgang aufweist, als eine vorgebbare Grenz-  
gangstufe #z\_fw\_max\_gang.

Da Verbrennungsmotoren am unteren und am oberen Ende des zulässigen Drehzahlbereichs üblicherweise eine starke Abhängigkeit des Drehmoments von der Drehzahl aufweisen (Leerlaufregelung, Endabregelung), ist es weiterhin vorteilhaft, wenn das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die Drehzahlen des Antriebsmotors während der  
Zugkraft-Phase größer als eine Mindestmotordreh-  
zahl #n\_ms\_min und kleiner als eine maximale Motordreh-  
zahl #n\_ms\_max sind.

Viele moderne Fahrzeuge verfügen über Radschlupferkennungs- bzw. -vermeidungssysteme, wie ABS oder ASR. Um Fehlmessungen zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn nicht an

den Fahrzeugrädern ein erhöhter Schlupf erkannt wird, der durch die Statusgrößen  $z\_ABS$  bzw.  $z\_ASR$  angezeigt wird.

5 Da bei Kurvenfahrt ein erhöhter und sich rasch ändernder Fahrwiderstand auf das Fahrzeug einwirkt, ist es vorteilhaft, das Massenberechnungsverfahren nicht während der Kurvenfahrt durchzuführen. Der Fahrzustand „Kurvenfahrt“ kann beispielsweise durch einen Lenkwinkelsensor oder ein entsprechendes Verfahren erkannt werden und wird durch die  
10 vom Algorithmus verwendete Größe  $z\_kurve$  angezeigt.

Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse kann erzielt werden, wenn das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit während des Meßzeitraums größer ist als eine vorgebbare Mindestgeschwindigkeit  $\#v\_ms\_min$ , da die Geschwindigkeitserfassung bei sehr kleinen Geschwindigkeiten ungenau sein kann. Die Eingangsgröße  $z\_KUP$  steht für den Kupplungsstatus. Da im teilgeöffneten Zustand der Kupplung die Ermittlung der Zugkraft sehr  
15 schwierig ist, ist das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv, wenn die Kupplung während der zugkraftfreien Phase vollständig geöffnet und während der Zugkraft-Phase vollständig geschlossen ist.  
20

25 Ein weiterer Zustand, der Fehlmessungen bewirken könnte ist, wenn eine Bremse des Fahrzeugs aktiv ist, was durch die Größen  $z\_MBR\_AN$  (Motorbremsstatus) und  $z\_FBr$  (Status Betriebsbremse) angezeigt wird. Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß das Massenberechnungsverfahren nur  
30 dann aktiv ist, wenn nicht eine Bremse des Fahrzeugs aktiv und seit dem letzten Bremsvorgang mindestens die vorgebbare Totzeit  $\#t\_Br\_tot$  abgelaufen ist.

Für eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wird ebenfalls Schutz begehrt. Eine solche Einrichtung verfügt mindestens über eine elektronische Getriebesteuerung mit einem Speicherbereich und einem Auswertebereich, über erste Meßmittel zur Ermittlung der vom Antriebsmotor auf die Antriebsräder übertragenen Zugkraft und über zweite Meßmittel zur Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

- 5
- 10 Ein zur Bestimmung der Zugkraft verwendbares Motormomenten-Signal wird beispielsweise von einer elektronischen Motorsteuerung bereitgestellt.

Bezugszeichen

2	Graph der Zugkraft
5	4 Graph der Fahrzeuggeschwindigkeit
6	erster Datenerfassungszeitraum
8	zweiter Datenerfassungszeitraum
10	Schaltungsphase
10	$t_0$ Beginn erster Datenerfassungszeitraum
	$t_1$ Ende erster Datenerfassungszeitraum
	$t_2$ Beginn zweiter Datenerfassungszeitraum
	$t_3$ Ende zweiter Datenerfassungszeitraum
	$v_0$ Geschwindigkeit zu $t_0$
15	$v_1$ Geschwindigkeit zu $t_1$
	$v_2$ Geschwindigkeit zu $t_2$
	$v_3$ Geschwindigkeit zu $t_3$
	$I_{01}$ Zeit-Integral der Zugkraft während Zugkraft-Phase
20	



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Ermittlung der Masse eines von mindestens einem Antriebsmotor angetriebenen Fahrzeugs, mit einem schaltbaren Stufenwechselgetriebe mit mehreren Gangstufen, das einerseits über eine als Anfahrerelement dienende schaltbare Kupplung mit dem Antriebsmotor verbindbar ist und andererseits trieblich mit Antriebsrädern des Fahrzeugs verbunden ist, wobei das Verfahren mindestens zwei zeitlich versetzte Messungen innerhalb eines Meßzeitraums umfaßt, durch die jeweils mindestens eine, vom Antriebsmotor erzeugte, die auf die Antriebsräder des Fahrzeugs in Bewegungsrichtung einwirkende Zugkraft kennzeichnende Zugkraft-Größe und mindestens eine, die Bewegung des Fahrzeugs kennzeichnende Bewegungsgröße ermittelt wird, wobei eine der beiden Messungen während einer zugkraftfreien Phase erfolgt, während der die Kupplung zum Zweck einer Gang-Schaltung des Stufenwechselgetriebes geöffnet ist, und die andere der beiden Messungen während einer Zugkraft-Phase erfolgt, während der die Kupplung geschlossen ist und eine Zugkraft auf die Antriebsräder übertragen wird, und wobei mit den ermittelten Größen der beiden zeitlich versetzten Messungen eine aktuelle Masse des Fahrzeugs berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die erste der beiden Messungen einen ersten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die zweite der beiden Messungen einen zweiten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die Dauer der beiden Datenerfassungszeiträume größer ist als eine Minstdauer, die Zugkraft-Größe dem zeitlichen Integral der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums wirkenden Zugkraft entspricht, und die Bewegungsgröße der während des jeweiligen

Datenerfassungszeitraums erfolgten Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs entspricht.

2. Verfahren zur Ermittlung der Masse eines von mindestens einem Antriebsmotor angetriebenen Fahrzeugs, mit einem schaltbaren Stufenwechselgetriebe mit mehreren Gangstufen, das einerseits über ein Anfahrelement mit dem Antriebsmotor verbindbar ist und andererseits trieblich mit Antriebsrädern des Fahrzeugs verbunden ist, wobei das Verfahren mindestens zwei zeitlich versetzte Messungen innerhalb eines Meßzeitraums umfaßt, durch die jeweils mindestens eine, vom Antriebsmotor erzeugte, die auf die Antriebsräder des Fahrzeugs in Bewegungsrichtung einwirkende Zugkraft kennzeichnende Zugkraft-Größe und mindestens eine, die Bewegung des Fahrzeugs kennzeichnende Bewegungsgröße ermittelt wird, wobei während der beiden Messungen unterschiedliche Zugkraft anliegt, und mit den ermittelten Größen der beiden zeitlich versetzten Messungen eine aktuelle Masse des Fahrzeugs berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die erste der beiden Messungen einen ersten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die zweite der beiden Messungen einen zweiten Datenerfassungszeitraum umfaßt, die Dauer der beiden Datenerfassungszeiträume größer ist als eine Mindestdauer, die Zugkraft-Größe dem zeitlichen Integral der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums wirkenden Zugkraft entspricht, und die Bewegungsgröße der während des jeweiligen Datenerfassungszeitraums erfolgten Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs entspricht, die erste Messung unmittelbar vor einer Gang-Schaltung erfolgt und die zweite Messung unmittelbar nach einer Gang-Schaltung erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die zeitlich erste der beiden zeit-  
lich versetzten Messungen während der Zugkraft-Phase und  
die zweite während der zugkraftfreien Phase erfolgt, um die  
5 Auswirkungen von Antriebsstrangschwingungen während der  
Zugkraft-Phase zu minimieren.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Massenberechnungsver-  
10 fahren nur dann aktiv ist, wenn die Kupplung während der  
zugkraftfreien Phase vollständig geöffnet ist und während  
der Zugkraft-Phase vollständig geschlossen ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
15 g e k e n n z e i c h n e t , daß bei der Berechnung der  
Masse des Fahrzeugs weiterhin eine Korrekturgröße berück-  
sichtigt wird, die der Summe der Massenträgheitsmomente von  
Motor, Anfahrerelement und Stufenwechselgetriebe reduziert  
auf die translatorische Bewegung des Fahrzeugs entspricht,  
20 und daß der Anteil des Stufenwechselgetriebes gangabhängig  
aus gespeicherten Wertepaaren (Kennlinie) ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Massenberechnungs-  
25 verfahren nur dann aktiv ist, wenn die während einer Zeit-  
dauer zwischen dem Beginn des ersten und dem Beginn des  
zweiten Datenerfassungszeitraums zurückgelegte Wegstrecke  
einen bestimmten Wert nicht übersteigt, um sicherzustellen,  
daß die Veränderungen der fahrstreckenabhängigen Umgebungs-  
30 bedingungen während der Messung begrenzt sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit an nicht angetriebenen Rädern des Fahrzeugs gemessen wird.

5        8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Massenberechnung nach Einschalten der Zündung des Fahrzeugs oder wenn eine vorgebbare Stillstandszeit abgelaufen ist, initialisiert wird.

10

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren während eines Fahrzyklus mehrmals durchlaufen wird, wobei jeweils ein Einzelwert für die Fahrzeugmasse ermittelt wird, und daß der aktuelle Wert für die Fahrzeugmasse dem Mittelwert aus diesen Einzelwerten entspricht.

15

20

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der nach einer Initialisierung ermittelten Einzelwerte durch eine vorgebbare maximale Anzahl begrenzt wird, und nach Überschreiten der maximalen Anzahl der letzte aktuelle Wert der Fahrzeugmasse gültig bleibt.

25

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein zulässiger Wertebereich für die ermittelten Einzelwerte durch eine minimale und eine maximale Plausibilitätsgrenze vorgebar ist.

30

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die während

einer Zugkraft-Phase im Stufenwechselgetriebe eingelegte Gangstufe ein größeres Übersetzungsverhältnis zwischen Getriebe-Eingang und Getriebe-Ausgang aufweist als eine vorgebbare Grenz-Gangstufe.

5

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die Drehzahlen des Antriebsmotors während einer Zugkraft-Phase größer als eine Mindest-Motordrehzahl und kleiner als eine maximale Motordrehzahl sind.

10

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn nicht an den Fahrzeugrädern ein erhöhter Schlupf erkannt wird.

15

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn nicht ein Fahrzustand „Kurvenfahrt“ erkannt wird.

20

16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit während des Meßzeitraums größer ist als eine vorgebbare Mindestgeschwindigkeit.

25

17. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nur dann aktiv ist, wenn nicht eine Bremse des Fahrzeugs aktiv ist.

30

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Massenberechnungsverfahren nach einem Bremsvorgang erst nach Ablauf einer vorgebbaren Totzeit wieder aktiviert wird.

5

19. Einrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Ermittlung der Masse eines von mindestens einem Antriebsmotor angetriebenen Fahrzeug, mit einem schaltbaren Stufenwechselgetriebe mit mehreren Gangstufen, das einerseits mit dem Antriebsmotor verbindbar ist und andererseits trieblich mit Antriebsrädern des Fahrzeugs verbunden ist, mit einer elektronischen Getriebesteuerung, die einen Speicherbereich und einen Auswertebereich aufweist, mit ersten Meßmitteln zur Ermittlung der vom Antriebsmotor auf die Antriebsräder übertragenen Zugkraft und mit zweiten Meßmitteln zur Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

10

15

1/2

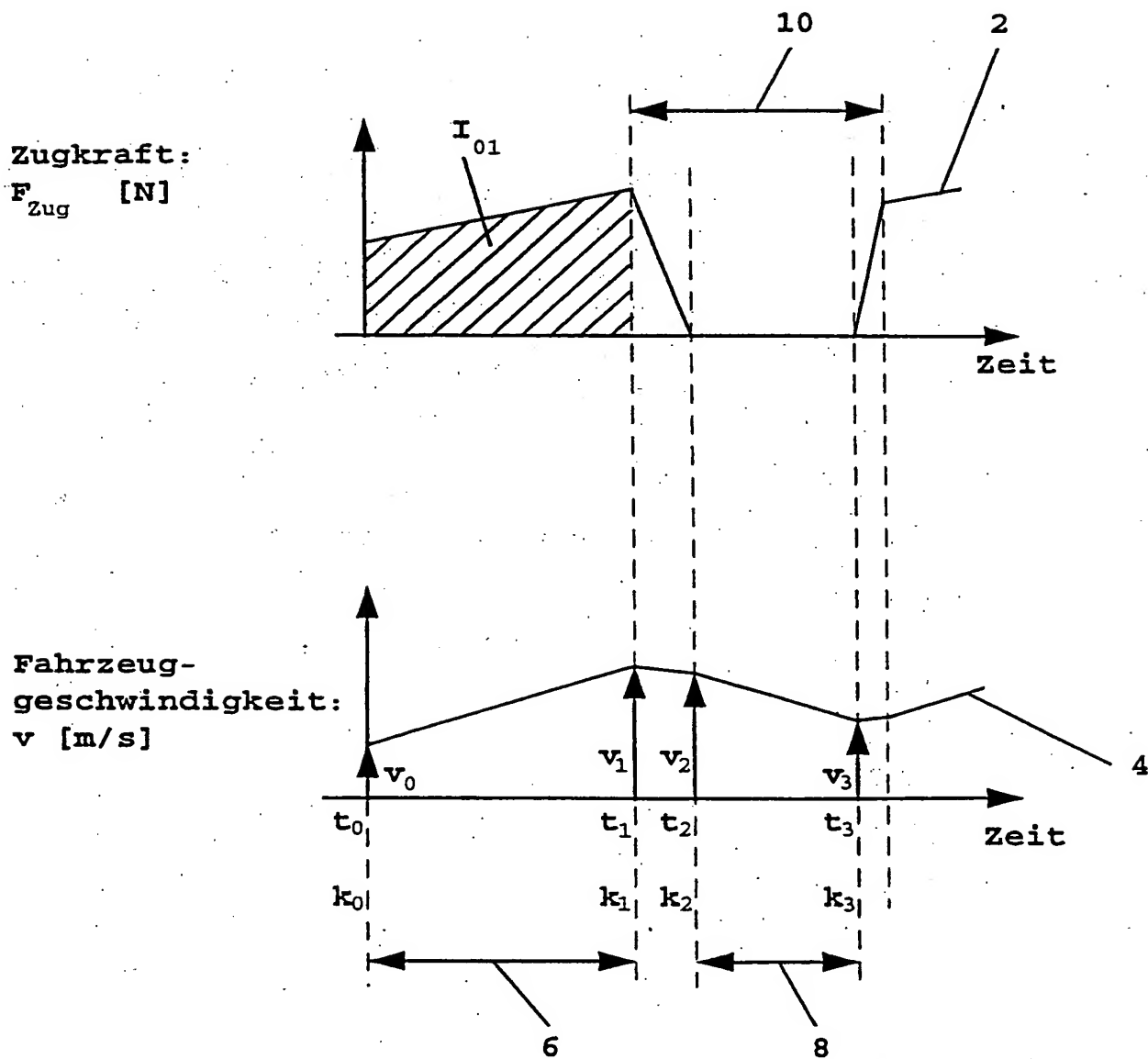


Fig.1

2/2

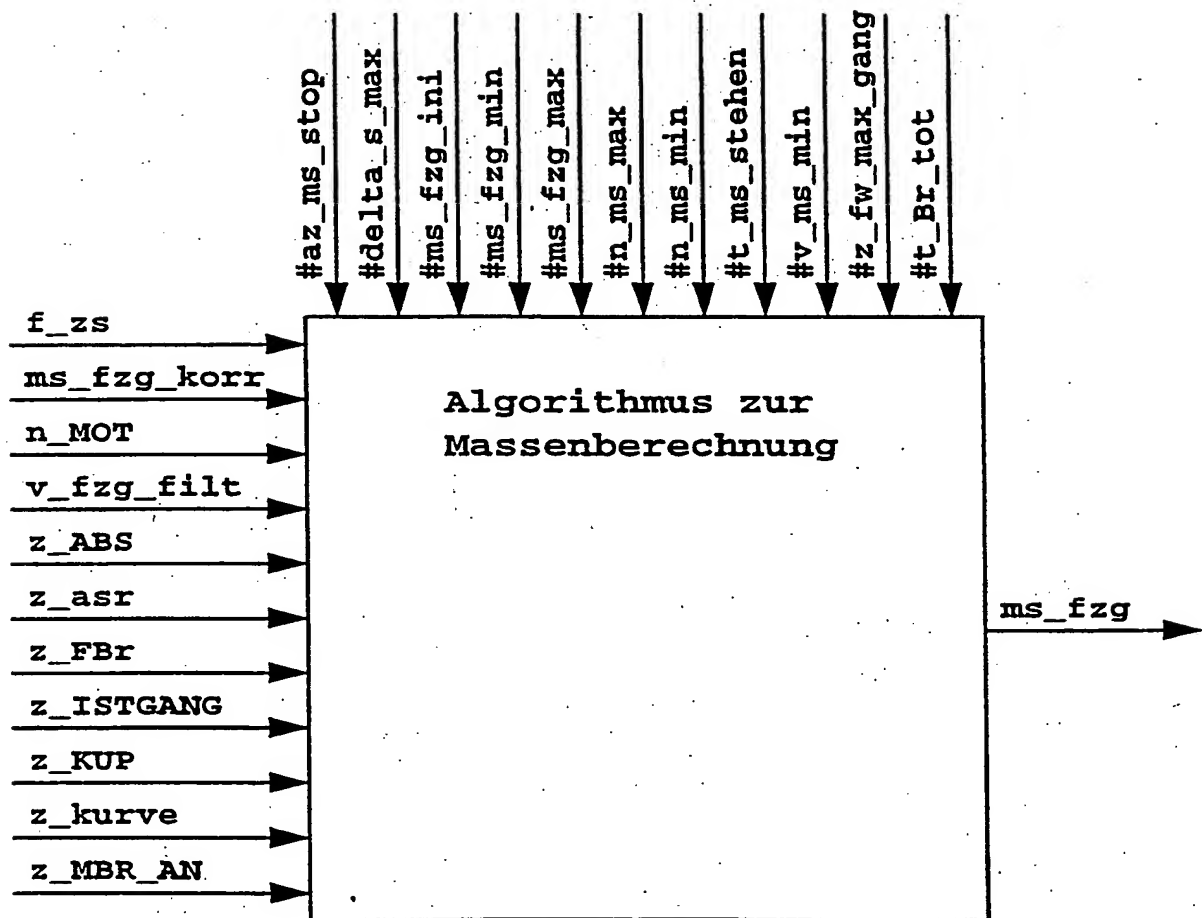


Fig. 2



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05924

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01G19/12 F16H59/52

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01G F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 93 18375 A (CATALYTIC IGNITER SYSTEMS ;MERRITT DAN (GB)) 16. September 1993 (1993-09-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	19
A	-----	1,2
A	EP 0 666 435 A (EATON CORP) 9. August 1995 (1995-08-09) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Zeile 16 - Zeile 57	1,2
A	-----	1,2
A	US 5 610 372 A (PHILLIPS DARRYL H ET AL) 11. März 1997 (1997-03-11) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 31 - Zeile 59 Spalte 12, Zeile 5 - Spalte 14, Zeile 59	1,2



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. November 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/12/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ganci, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/05924

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01G19/12 F16H59/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01G F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 93 18375 A (CATALYTIC IGNITER SYSTEMS ;MERRITT DAN (GB)) 16 September 1993 (1993-09-16) cited in the application abstract	19
A	---	1,2
A	EP 0 666 435 A (EATON CORP) 9 August 1995 (1995-08-09) cited in the application page 3, line 16 - line 57	1,2
A	US 5 610 372 A (PHILLIPS DARRYL H ET AL) 11 March 1997 (1997-03-11) abstract column 6, line 31 - line 59 column 12, line 5 -column 14, line 59	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 November 1999

Date of mailing of the international search report

02/12/1999

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ganci, P

EV 331377890

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inter. Application No

PCT/EP 99/05924

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9318375	A	16-09-1993	NONE	
EP 0666435	A	09-08-1995	US 5490063 A AT 172281 T CA 2141885 A CN 1114742 A DE 69505282 D DE 69505282 T ES 2123904 T JP 7300031 A US 5487005 A	06-02-1996 15-10-1998 08-08-1995 10-01-1996 19-11-1998 10-06-1999 16-01-1999 14-11-1995 23-01-1996
US 5610372	A	11-03-1997	NONE	